

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-310603

(43)Date of publication of application : 28.11.1995

(51)Int.Cl.

F02M 25/07

F02B 17/00

F02D 13/02

F02D 41/34

F02D 43/00

(21)Application number : 06-102491

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 17.05.1994

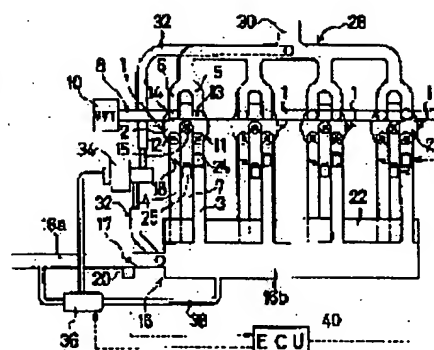
(72)Inventor : YAMAMOTO TOSHIHIDE
HATSUHIRA TSUGIO
FUJIMOTO MASAHIKO
TANAKA TATSUYA

(54) EXHAUST GAS REFLUX DEVICE FOR ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve an effect to reduce the generation of NOX owing to EGR as worsening of exhaust gas emission owing to the generation of HC is prevented occurring.

CONSTITUTION: Simultaneously with opening of side ports 3 and 4, as main intake ports, to a combustion chamber 2, center port 7 is opened and air-fuel mixture is fed through a center port 7 to the interior of a combustion chamber 2. One end of an EGR passage 32 is connected to an exhaust manifold 28 and the other end thereof is connected to side ports 3 and 4 through an EGR valve 34. An ECU 40 is operated to extend an overlap period between the opening periods of exhaust valves 1 and 14 and the opening periods of intake valves 11 and 12 by delaying the closing times of exhaust valves 13 and 14 in a specified region, where the opening of a throttle valve 17 is below a specified value, through actuation of a VVT timing varying means 10 and open the EGR valve 34 to effect reflux of exhaust gas to the side ports 3 and 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-310603

(43) 公開日 平成7年(1995)11月28日

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F02M 25/07	550	G		
		E		
		R		
F02B 17/00		L		
F02D 13/02		K		

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-102491

(22) 出願日 平成6年(1994)5月17日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 山本 寿英

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 服平 次男

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 藤本 昌彦

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

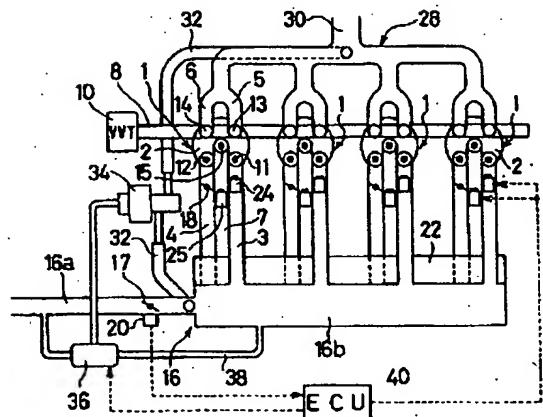
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの排気還流装置

(57) 【要約】

【目的】 H Cの発生による排気ガスエミッションの悪化を避けながら、E G RによるN O x低減効果を高める。

【構成】 各燃焼室2に対しては、主吸気ポートであるサイドポート3、4が開口するとともに、センターポート7が開口し、このセンターポート7から混合気が燃焼室2内に供給される。排気マニホールド28にはE G R通路32の一端が接続され、他端が、E G R弁34を介して各サイドポート3、4に接続される。E C U 40は、スロットル弁17の開度が一定以下の特定領域で、V V T 10の作動により排気弁13、14の開弁時を遅らせてこれら排気弁13、14の開弁期間と吸気弁11、12の開弁期間との重複期間を拡大するとともに、E G R弁34を開いて上記サイドポート3、4に排気ガスを還流させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室内に開口し、かつ吸気弁により開閉される主吸気ポートと、上記燃焼室内に開口し、かつ開閉弁により開閉され、この開閉弁が開いた状態で燃焼室内にエアと燃料との混合気を供給する混合気供給部と、上記燃焼室内に開口し、かつ排気弁により開閉される排気ポートとを有し、上記開閉弁の開弁時期が上記吸気弁の開弁時期よりも遅い時期に設定されたエンジンにおいて、上記排気弁の少なくとも開弁時期を変化させる時期可変手段と、上記混合気供給部から混合気が供給される運転領域に含まれる特定領域では他の領域と比べ上記排気弁の開弁期間が上記開閉弁の開弁期間と重複しない範囲内で上記排気弁の開弁期間と上記吸気弁の開弁期間との重複期間を拡大するように上記時期可変手段により上記排気弁の開弁時期を遅らせる時期制御手段と、排気ガスを上記主吸気ポートに還流させる排気還流手段と、上記特定領域でそれ以外の領域よりも上記排気還流手段による排気還流量を増加させる排気還流制御手段とを備えたことを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【請求項2】 上記特定領域はエンジン負荷が一定以下の領域に含まれることを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【請求項3】 請求項2記載のエンジンの排気還流装置において、上記特定領域ではエンジン負荷の増大にともなって上記排気還流手段による排気還流率を減少させるように上記排気還流制御手段を構成したことを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【請求項4】 請求項2または3記載のエンジンの排気還流装置において、上記混合気供給部内の空間を開鎖空間とするとともに、少なくとも上記特定領域では、上記開閉弁を上記吸気弁の開弁時期よりも開弁の遅い第1の開弁期間と上記排気弁の開弁時期よりも開弁の早い第2の開弁期間との双方で開くように構成したことを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【請求項5】 請求項4記載のエンジンの排気還流装置において、上記特定領域では他の領域に比べて上記排気弁の開弁時期と開弁時期の双方を遅らせるように上記時期制御手段を構成したことを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載のエンジンの排気還流装置において、上記排気還流手段による排気還流量の最高値を吸入空気量を減少させない範囲で最大の限界排気還流量と略等しい量に設定したことを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載のエンジンの排気還流装置において、上記吸気弁の開弁時期をピストン上死点と同時もしくはこれよりも遅い時点に設定したことを特徴とするエンジンの排気還流装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、主吸気ポートとは別に、エアと燃料との混合気を燃焼室内に供給するための混合気供給部が上記燃焼室内に開口するエンジンの排気還流装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、エンジンの排気還流装置として、例えば特開昭62-28032号公報に示されるものが知られている。この装置では、通常の吸気弁をもつ主吸気ポート（公報では第1吸気ポート及び第2吸気ポート）とは別に、エアと燃料とを予め混合した混合気を上記燃焼室内に供給するための混合気供給部（第3吸気ポート）がこの燃焼室内に開口している。この混合気供給部には上記吸気弁と同様の開閉弁が設けられ、その開弁時期は上記吸気弁の開弁時期よりも遅い時期に設定されている。このような装置によれば、上記主吸気ポートを通じての吸気開始後、これと独立して上記混合気供給部から燃焼室内に予め生成された混合気が供給されることにより、燃焼室内が成層化され、良好なリーン燃焼が実現される。

【0003】ところで、このような装置では、全体的には大幅に燃料希薄化がなされるものの、NOxが発生し易い空燃比となる部分が局所的に存在するため、このようなNOxの低減が課題となる。そこで同装置では、排気を上記混合気供給部に還流させて気筒内での燃焼を緩慢化させることにより、NOxの低減が図られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、上記混合気供給部は混合気供給による燃焼室内の成層化を目的とするものであるため、主吸気ポートに比べて燃焼室内に対する開口面積が小さく、このような混合気供給部に排気を還流させても、それだけでは十分なNOx低減効果は期待し難い。これに対し、比較的開口面積の大きい主吸気ポートに排気を還流すれば、排気還流量をより多く確保することが可能であるが、このような排気還流量の増加に伴い、燃焼安定性の低下によりHC（未燃炭化水素）の増大を招いて排気エミッションの悪化が生ずるおそれがある。

【0005】本発明は、このような事情に鑑み、HC発生を抑制しながらNOx発生量を効果的に低減させることができるエンジンの排気還流装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための手段として、本発明は、燃焼室内に開口し、かつ吸気弁により開閉される主吸気ポートと、上記燃焼室内に開口し、かつ開閉弁により開閉され、この開閉弁が開いた状態で燃焼室内にエアと燃料との混合気を供給する混合気供給部と、上記燃焼室内に開口し、かつ排気弁により開閉される排気ポートとを有し、上記開閉弁の開弁時期が上記吸気弁の開弁時期よりも遅い時期に設定されたエ

ンジンにおいて、上記排気弁の少なくとも開弁時期を変化させる時期可変手段と、上記混合気供給部から混合気
が供給される運転領域に含まれる特定領域では他の領域
と比べ上記排気弁の開弁期間が上記開閉弁の開弁期間と
重複しない範囲内で上記排気弁の開弁期間と上記吸気弁
の開弁期間との重複期間を拡大するように上記時期可変
手段により上記排気弁の開弁時期を遅らせる時期制御手
段と、排気ガスを上記主吸気ポートに還流させる排気還
流手段と、上記特定領域でそれ以外の領域よりも上記排
気還流手段による排気還流量を増加させる排気還流制御
手段とを備えたものである（請求項 1）。

【0007】上記特定領域はエンジン負荷が一定以下の
領域に含まれる領域が望ましい（請求項 2）。

【0008】この場合、上記特定領域ではエンジン負荷
の増大にともなう上記排気還流手段による排気還流量
を減少させるように上記排気還流制御手段を構成したり
（請求項 3）、上記混合気供給部内の空間を閉鎖空間と
するとともに、少なくとも上記特定領域では、上記開閉
弁を上記吸気弁の開弁時期よりも開弁の遅い第 1 の開弁
期間と上記排気弁の開弁時期よりも開弁の早い第 2 の開
弁期間との双方で開くように構成したりする（請求項
4）のが、より好ましい。この請求項 4 記載の装置につ
いては、上記特定領域では他の領域に比べて上記排気弁
の開弁時期と開弁時期の双方を遅らせるように上記時期
制御手段を構成することが、より好ましい（請求項
5）。

【0009】また、上記排気還流手段による排気還流量
の最高値を吸入空気量を減少させない範囲で最大の限界
排気還流量と略等しい量に設定したり（請求項 6）、上
記吸気弁の開弁時期をピストン上死点と同時もしくはこ
れよりも遅い時点に設定したりする（請求項 7）ことに
より、後述のようなより優れた効果が得られる。

【0010】

【作用】請求項 1 記載の装置によれば、特定領域にお
いて排気弁開弁期間と吸気弁開弁期間との重複期間が拡大
されることによりいわゆる内部 EGR 量が増加され、か
つ、排気還流手段によるいわゆる外部 EGR 量も増加さ
れることにより、NOx の低減に十分な排気還流量が確
保され、またポンピングロスも低減される。しかも、こ
の特定領域では、混合気供給部からの混合気で燃焼室内
が成層化されるとともに、上記内部 EGR の際に一旦排
気ポートから排出された HC を含む燃焼ガスが上記重複
期間で再び燃焼室内に引き戻されて再燃焼するため、上
記のように排気還流量を増やしてもこれに伴う HC 発生
量の増大は抑えられ、排気エミッションは良好に保たれ
る。

【0011】ここで、請求項 2 記載の装置では、上記特
定領域が低負荷領域であるため、この低負荷領域で十分
な NOx 抑制作用及びポンピングロスの低減作用が確保
される一方、上記特定領域以外の領域である高負荷領域

では、上記内部 EGR 及び外部 EGR が抑えられること
により、この高負荷領域で要求される高出力が確保され
る。

【0012】さらに、請求項 3 記載の装置では、上記特
定領域においても、エンジン負荷が増大するにつれて外
部 EGR 量が抑えられることにより、要求に見合ったエ
ンジン出力が確保される。

【0013】ここで、上記混合気供給部内の空間を閉鎖
空間とすれば、上記開閉弁の開弁時に混合気供給部内の
混合気を燃焼室内に供給した後にこの燃焼室内の燃焼ガ
スを逆に混合気供給部内に取り込んでから開閉弁を閉じ
ることにより、混合気供給部内と燃焼室内圧力との間に
圧力差を生じさせることができ、この圧力差を利用する
ことにより、特別なエア加圧手段を用いずに上記混合
気供給を行うことが可能である。また、請求項 4 記載の
ように、少なくとも上記特定領域で上記の開弁期間（す
なわち第 1 の開弁期間）に加えて第 2 の開弁期間（開閉
弁の開弁時期が排気弁の開弁時期よりも早い期間）で開
閉弁を開くようにすれば、この第 2 の開弁期間で、上記
燃焼室内の高圧燃焼ガスをさらに混合気供給部内に押し
込んで混合気供給部内をさらに昇圧でき、上記圧力差を
十分に保つことが可能になる。なお、このような燃焼ガ
スの導入自体は、混合気の燃焼安定性を低下させる要因
になるが、上記のような低負荷領域では、上記燃焼ガス
の導入による圧力差の増大及び燃焼ガスの高熱による混
合気供給部内の混合気の気化霧化の促進により、燃焼安
定性は維持できる。

【0014】さらに、請求項 5 記載の装置では、上記特
定領域すなわち低負荷領域では他の領域に比べて上記排
気弁の開弁時期だけでなく開弁時期も遅らされるため、
この開弁時期の遅延によって、排気弁の開弁期間と上記
第 2 の開弁期間との重複期間が縮小されることになり、
この重複期間において燃焼ガスが排気ポート側へ逃げる
ことが抑制され、これによって混合気供給部内の昇圧作
用が高めに維持される。これに対し、上記特定領域以外
の領域、すなわち、特に燃焼ガスを混合気供給部内に導
入しなくても十分な混合気供給部内圧を確保できる高負
荷運転領域等では、上記特定領域よりも排気弁の開弁時
期が早められて上記重複期間が拡大されることにより、
この重複期間において燃焼ガスが積極的に排気ポート側
へ逃がされ、上記混合気供給部内への余分な燃焼ガスの
導入が防がれ、良好な燃焼性が確保される。また、混合
気供給部内が過剰に昇圧して燃料噴射に悪影響を及ぼす
ことも防がれる。

【0015】請求項 6 記載の装置では、上記排気還流手
段による排気還流量の最高値が、この排気還流量の増大
に伴って主吸気ポートからの新気導入量が減少し始める
吸気限界排気還流量とほぼ等しい量に設定されているた
め、エンジン出力に悪影響を与えない範囲内で最大限の
NOx 低減作用が確保される。

【0016】請求項7記載の装置では、上記吸気弁の開弁時期がピストン上死点と同時もしくはこれよりも遅い時点に設定されている、すなわち、排気弁の開弁期間と吸気弁の開弁期間との重複期間が上記ピストン上死点以降の期間に設定されているため、この重複期間では必ずピストンが下降していることになり、上記排気ポートから排出された燃焼ガスは上記ピストン下降による負圧でより確実に燃焼室内に引き戻され、これによって内部EGR量が高められる。

【0017】

【実施例】本発明の実施例を図面に基いて説明する。

【0018】図1、2に示すエンジンは、複数のシリンダ1を備え、各シリンダ1には、図外のピストンの作動に伴って容積変化する燃焼室2が形成されている。各燃焼室2には、主吸気ポートである左右一対の第1サイドポート3及び第2サイドポート4と、同じく左右一対の第1排気ポート5及び第2排気ポート6と、単一のセンターポート7とが開口し、各燃焼室2の略中央部には図略の点火プラグが設けられている。

【0019】上記両サイドポート3、4は、図略のシリンダヘッドの一侧部から燃焼室2にわたって形成され、両排気ポート5、6は、上記シリンダヘッドの他側部から燃焼室2にわたって形成されている。センターポート7は、上記両サイドポート3、4同士の間位置し、上記点火プラグに近い位置で燃焼室2内に開口している。

【0020】上記燃焼室2に対する上記第1、第2サイドポート3、4の開口部分は、それぞれ第1、第2吸気弁11、12により開閉され、燃焼室2に対する第1、第2排気弁13、14により開閉されるようになっており、上記燃焼室2に対するセンターポート7の開口部分は、タイミング弁（開閉弁）15で開閉されるようになっている。これらの弁11～15はカムシャフト等からなる図略の動弁機構で開閉駆動されており、特に排気弁13、14については、排気カムシャフト8に連結されたバルブタイミング可変機構（時期可変手段；以下、VVTと称する。）10の作動によって、開弁期間の位相がずらされるようになっている。

【0021】より具体的に、排気弁13、14の開弁期間は、上記VVT10がオフの状態では、図2の曲線42Aで示される期間、すなわちピストン下死点より手前の時点から次のピストン上死点までの期間に切換えられ、逆にVVT10がオンの状態では、曲線42Bで示される期間、すなわち、上記曲線42Aで示される開弁時期とピストン下死点との間の時点から次のピストン上死点を少し過ぎた時点までの期間に切換えられる。吸気弁11、12の開弁期間は、曲線44で示される期間、すなわち上記ピストン上死点近傍から次のピストン下死点を少し過ぎた時点までの期間に設定されている。従って、排気弁13、14の開弁期間が上記曲線42Aで示

される期間に切換えられている場合には、この開弁期間と上記吸気弁11、12の開弁期間との重複期間が0もしくは微小期間となり、排気弁13、14の開弁期間が上記曲線42Bで示される期間に切換えられている場合には、この開弁期間と上記吸気弁11、12の開弁期間とが比較的長い期間重複するようになっている。

【0022】タイミング弁15の開弁期間は、曲線46で示される期間、すなわち上記吸気弁11、12の開弁期間中におけるピストン下死点よりも少し手前の時点から次のピストン上死点よりも手前の時点（圧縮行程途中の時点）までの期間に設定されている。従って、このタイミング弁15の開弁時期は上記吸気弁11、12の開弁時期よりも遅い時期に設定されており、このタイミング弁15の開弁期間中に上記吸気弁11、12が開弁されるようになっている。

【0023】上記各サイドポート3、4へのエア導入は、吸気管16を通して行われる。この吸気管16は、吸気上流側の共通吸気管16aと、その下流側のサージタンク16bとを有し、このサージタンク16bに上記各サイドポート3、4が接続されている。上記共通吸気管16aには、アクセル操作に応じて作動するスロットル弁17と、このスロットル弁17の開度を検出するスロットルセンサ20とが設けられている。

【0024】上記両サイドポート3、4及びセンターポート7のうち、第1サイドポート3及びセンターポート7には、サイドインジェクタ24及びセンターインジェクタ25がそれぞれ配設され、第2サイドポート4にはこれを開閉するスワールコントロール弁18が設けられており、各スワールコントロール弁18は図略のアクチュエータにより開閉駆動されるようになっている。そして、このスワールコントロール弁18が閉じた状態では、上記第1サイドポート3からのみ吸気が行われることにより、燃焼室2内にスワールが形成されるようになっている。

【0025】各センターポート7は、共通のサージタンク22に接続され、これらセンターポート7と上記サージタンク22とで本発明における混合気供給部が構成されており、その内部空間は閉鎖されている。そして、上記センターインジェクタ25から噴射された燃料が、このセンターポート7内でエアと混合され、これにより混合気が形成されるようになっている。

【0026】前記排気ポート5、6は排気マニホールド28を介して共通の排気管30に接続されており、これらによって排気通路が構成されている。上記排気マニホールド28の集合部分には、排気還流通路（以下、EGR通路と称する。）32の一端が接続されている。このEGR通路32の他端は上記吸気管16の中間部（図例では共通吸気管16とサージタンク16bとの略境界部分）にEGR弁34を介して上記サージタンク16bに接続されている。従って、上記EGR弁34が開いた状

10

20

30

40

50

態では、排気マニホールド28内の排気が上記EGR通路32及びサージタンク16bを通じて各主吸気ポート3、4に還流されるようになっている。

【0027】このEGR弁34はダイヤフラム弁とされている。上記共通吸気管16aとサージタンク16bとは、これらと並列に配されたエア通路38が接続されており、エア通路38の途中部分がデューティソレノイド弁36を介して上記EGR弁34のエア導入部分にそれぞれ接続されている。そして、電気信号の入力で各デューティソレノイド弁36の開度を变化させることにより、上記EGR弁34の開度を調節することが可能になっている。

【0028】上記スロットルセンサ20をはじめとする各センサ類の検出信号は、ECU（コントロールユニット；時期制御手段及び排気還流制御手段）40に入力され、このECU40により、上記各EGR弁34の開度制御、VVT10のオンオフ制御、スワールコントロール弁18の開閉制御、各インジェクタ24、25の燃料噴射制御等が実行されるようになっている。具体的に、このECU40は、次のような制御動作を行うように構成されている。

【0029】1) スワールコントロール弁18の開閉制御：図3に示すように、エンジン回転数Nが予め設定された回転数N1未満の低回転領域では、スワールコントロール弁18を閉じ、上記エンジン回転数Nが上記回転数N1以上の高回転領域では、スワールコントロール弁18を開く。

【0030】2) EGR弁34の開度制御：上記低回転領域では、図4に直線48A、48Bで示すように、スロットル弁17が全開の状態では最高EGR率が得られるようにEGR弁34を開き、スロットル弁17の開度の増加に従ってEGR率が直線的に減少するようにEGR弁34の開度を減少させ、スロットル開度が所定開度 θ 以上の領域及び高回転領域ではEGR弁34を全閉にする。ここで、EGR率(%)は次の式で与えられる。

【0031】

【数1】 $(EGR率) = 100 \times G_e / (G_e + G_a)$
ただし、 G_e は排気ガス還流量、 G_a は吸入空気量である。

【0032】従って、図3に示すように、上記低回転領域において軸トルクTが一定トルクT2未満である特定領域A0では、サイドポート3、4に排気を還流させていわゆる外部EGRを行うと同時に、図2に示すように排気弁の開弁期間と吸気弁の開弁期間とを重複させていわゆる内部EGRを行い（詳細後述）、上記低回転領域において軸トルクTが上記トルクT2以上である低回転高トルク領域A3及び上記高回転領域A4では、外部EGRも内部EGRも行わないといった制御を行う。

【0033】なお、上記排気ガス還流に伴い、吸気圧が減少する（すなわち吸気負圧が下がる）ことになるが、

図5に示すように、吸気負圧が一定値 P_1 以上の領域では、吸気負圧が下がっても Q_a/A （ Q_a は吸気流量、 A は吸気通路面積）は下がらず、よって、スロットル開度が一定の場合にはトルクダウンは生じない。そこで、この実施例では、上記スロットル弁17が全閉の時の吸気負圧を上記一定値に略等しくするように、ECU40が構成されている。

【0034】3) VVT10のオンオフ制御：上記特定領域A0では、VVT10をオンに切換え、それ以外の領域A3、A4では、VVT10をオフに切換える。

【0035】4) 燃料噴射制御：図6に示すように、上記低回転低トルク領域A1と、低回転中トルク領域A2と、低回転高トルク領域A3においてさらにエンジン回転数が上記回転数N1よりも一定数以上少ない領域とでは（図の斜線領域）、センターインジェクタ25からのみ噴射を行わせ、それ以外の領域では、センターインジェクタ25とサイドインジェクタ24の双方から噴射を行わせる。なお、後者の領域では、サイドインジェクタ24からのみ噴射を行わせるようにしてもよい。

【0036】次に、この装置の作用を説明する。

【0037】まず、エンジン回転数Nが一定回転数N1未満でかつスロットル開度が一定値 θ 未満の特定領域（低回転低負荷領域）A0では、VVT10が作動して排気弁13、14の開弁期間は図2の曲線42Bに示されるように遅れ側に切換えられる。このため、各サイクルでは、爆発後のピストン下死点手前から排気弁13、14が開いて燃焼室2内の燃焼ガスが排気ポート5、6等を通じて排出された後、次のピストン上死点で排気弁13、14が閉じる前に吸気弁11、12が開いて燃焼室2内に吸気ポート3、4（スワールコントロール弁18開弁時は吸気ポート3のみ）を通じて新気が導入され、その後に上記排気弁13、14が閉じられる。このように排気弁開弁期間と吸気弁開弁期間とがピストン下死点以降で一部重複することにより、上記排気ポート5、6に一旦排出されかけた燃焼ガスがピストン下降による負圧の発生で再び燃焼室2内に引き戻される（内部EGR）。

【0038】さらに、この特定領域A0では、図4に示すようにスロットル開度に応じた開度でEGR弁34が開弁することにより、排気ガスが直接吸気側に還流される。このような外部EGRと上述の内部EGRとが同時に行われることにより、従来のようにセンターポート7のみを通じて排気ガス還流を行う装置に比べ、より多くの排気ガス還流量が確保され、これによりNOxの発生が大幅に抑制されるとともに、ポンピングロスも低減される。

【0039】上記排気弁13、14が閉じた後、次のピストン下死点手前でタイミング弁15が開くことにより、センターポート7内で形成されている混合気が燃焼室2内に導出される。そして、ピストン下死点を通過す

ると、吸気弁11、12が閉じるとともに、今度は上記と逆にピストン上昇に伴って燃焼室2内のガスがセンターポート7内に導入され、この導入後、圧縮行程の途中でタイミング弁15が閉じられる。ここで、各センターポート7及びサージタンク22からなる混合気供給部内の空間は閉鎖空間とされているので、上記のように圧縮行程の途中でタイミング弁15が閉じられることにより、センターポート7内の圧力は次のタイミング弁15の開弁時における燃焼室2内圧力よりも高い圧力に保持されることになり、この圧力差によって上記タイミング弁15の次の開弁時にセンターポート7内の混合気が再び燃焼室2内に導入される。すなわち、特別なエア加圧手段を用いることなく、センターポート7から燃焼室2内への混合気供給がなされることになり、このようにエア加圧手段が不要になる分、装置の構造が簡略化されたとともに、エア加圧手段の駆動によるエンジン負荷の増大がなくなる。

【0040】なお、上記のような排気ガス還流量の増加により、一般には燃焼性が低下してHCの発生量が増大することになるが、この実施例の装置によれば、上記外部EGR及び内部EGRが行われる特定領域A0では、センターポート7からの混合気供給により燃焼室2内が成層化されるとともに上記内部EGRの際に燃焼室2内に戻される燃焼ガスの熱で上記混合気の気化及び霧化が促進されて燃焼性が高められ、さらに、上記燃焼ガス中のHC成分が燃焼室2内で再燃焼するため、排気ガス還流量の増加にもかかわらずHCの発生は抑えられ、排気ガスエミッションは良好に保たれる。

【0041】このような特定領域A0に対し、それ以外の領域、すなわち低回転高負荷領域A3や高回転領域A4では、VVT10がオフに切換えられて排気弁開弁期間が図2の曲線42Aに示すように進み側に切換えられ、排気弁開弁期間と吸気弁開弁期間との重複期間が0もしくは極めて短い期間に短縮されるとともに、EGR弁34も閉じられる。このようにして外部EGR及び内部EGRの双方が止められることにより、この領域A3、A4において要求される高いエンジン出力が確保されることになる。

【0042】また、この実施例では、上記特定領域A0においても、図4の折線L1に示すように、スロットル開度が増大するにつれて（すなわち負荷が増大するにつれて）EGR率を減少させるべくEGR弁34の開度を絞っているため、その運転状態に見合ったエンジン出力を確保することができる。また、EGR率が最大の状態では、この最大EGR率がエンジンのトルクダウンを生じさせない限界EGR率と略同等に設定されているため、エンジン出力を損なわない範囲で最大限の排気ガス還流量を確保することが可能となっている。

【0043】次に、第2実施例を図7及び図8に基づいて説明する。

【0044】この実施例では、前記第1実施例で示したサージタンク22がエア供給通路60を介して上記共通吸気管16aに接続され、このエア供給通路60の途中にエアポンプ（エア加圧手段）58が設けられている。このエアポンプ58は、この実施例では、各タイミング弁15の駆動シャフト52に駆動伝達機構54を介して連結され、上記駆動シャフト52と連動駆動されるようになっており、このエアポンプ58と駆動伝達機構54との間には、両者を連結する状態と切り離す状態とに切換えられる電磁クラッチ56が設けられている。

【0045】各センターポート7内には、図略のアクチュエータにより互いに連動して開閉駆動されるセンターポート絞り弁26が設けられており、このセンターポート絞り弁26の開度変化によってセンターポート7内の流路面積が調節されるようになっている。

【0046】ECU40は、前記第1実施例で示した制御に加え、上記センターポート絞り弁26の開度制御を行うように構成されている。具体的には、上記特定領域A0では、センターポート絞り弁26の開度を最大にし、上記特定領域A0以外の領域、すなわち低速高トルク（高スロットル開度）領域A3及び高回転領域A4では、センターポート絞り弁26の開度を最大にするといった制御を行う。

【0047】このような装置によれば、上記特定領域A0では、センターポート絞り弁26の開度が最小とされ、タイミング弁15が閉じている間にセンターポート絞り弁26の下流側に少しずつ加圧エアが供給されるため、タイミング弁15が開いた際に混合気が燃焼室2内に一度に供給され、その後混合気供給量が急減するような混合気供給がなされる。これによって燃焼室2内の成層化が促され、排気ガス還流に起因するHC発生量の増大が抑制される。これに対し、比較的出力の要求される低速高トルク領域A3や高回転領域A4では、センターポート絞り弁26が全開とされて常時加圧エアが供給されることにより、燃焼室2内により多くの混合気が安定して供給されることになる。

【0048】次に、第3実施例を図8に基づいて説明する。

【0049】この実施例では、前記第1実施例に示した装置において、図2の曲線46に示した第1の開弁期間に加え、図8の曲線48に示す第2の開弁期間、すなわち、爆発行程後の時点であって特定領域A0以外の領域における排気弁の開弁時期（図8曲線42Aの左端）よりも手前の時点から次のピストン下死点を少し過ぎた時点までの期間においても、タイミング弁15が開かれるように、その駆動用カムが設定されている。

【0050】このような装置によれば、上記曲線46で示される第1の開弁期間の終了時まで燃焼ガスがセンターポート7内に蓄えられるのに加え、上記曲線48で示される第2の開弁期間で、爆発後の高温高圧燃焼ガス

がさらにセンターポート7内に押し込まれるため、この燃焼ガスの熱でセンターポート7内での混合気の気化霧化がより促進されるとともに、次のタイミング弁15の開弁時（すなわち第1の開弁期間の開始時）におけるセンターポート7内の圧力はより高められることになる。従って、各行程における燃焼室2内の圧力及び温度が比較的低い低負荷領域においても、タイミング弁15の開弁時における燃焼室2内圧力とセンターポート7内圧力との圧力差を十分大きく確保することができ、このような圧力差でもって、センターポート7内で十分に気化霧化された混合気を燃焼室2へより確実に供給することが可能になる。

【0051】なお、本発明は以上のような実施例に限定されず、例として次のような態様を採ることも可能である。

【0052】(1) 前記各実施例のように、低負荷領域を特定領域A0として内部EGR及び外部EGRを実行する場合、上記のようにスロットル開度を検出する他、吸気圧を検出してこれが一定以下の領域を特定領域とするようにしてもよい。また、エンジン回転数にかかわらず、エンジン負荷のみに基づいて上記排気ガス還流の制御を行うようにしてもよい。

【0053】(2) 前記第1実施例では、特定領域A0において、VVT10の作動により排気弁13、14の開弁時期及び開弁時期の双方を遅らせるものを示したが、例えばカムの切換などにより特定領域A0において排気弁13、14の開弁時期のみを遅らせるようにしても、上記内部EGRを実行することが可能になる。ただし、上記第3実施例においてVVT10により排気弁13、14の開弁時期及び開弁時期の双方を遅らせるようにすれば、特定領域A0よりも燃焼室2内の圧力及び温度が高い領域（すなわち第2の開弁期間での燃焼ガスの導入によってセンターポート7内の圧力及び温度を上昇させる必要性が少ない領域）では、排気弁13、14の開弁期間と上記第2の開弁期間との重複期間を拡大することができ、このような重複期間において燃焼ガスを積極的に排気ポート5、6側に逃がすことによって、この燃焼ガス（すなわち不活性ガス）がセンターポート7内に必要以上に導入されるのを防いで高いエンジン出力を確保することができる。また、センターポート7内での過度の圧力上昇によって同センターポート7内でのセンターインジェクタ25による燃料噴射に悪影響が与えられるのを防ぐこともできる。

【0054】(3) 前記排気弁開弁期間と吸気弁開弁期間との重複期間は、ピストン上死点を挟む期間であっても良いし、ピストン上死点以降の期間であってもよい。ただし、後者の場合には、重複期間中は必ずピストンが下降していることになり、このようなピストンの下降による負圧で内部EGR量（排気ポート5、6から燃焼室2内に引き戻されるガス量）をより多く確保することがで

きる利点がある。

【0055】(4) 上記第1実施例では、特定領域A0以外の領域A3、A4においてEGR弁34を全閉にし、全く外部EGRを行わないものを示したが、本発明では、特定領域以外の領域におけるEGR量を特定領域におけるEGR量よりも小さい微小量に設定してもよい。

【0056】(5) 本発明では主吸気ポートの数を問わず、これが単一のものでも良いし、3つ以上形成されたものでもよい。

【0057】

【発明の効果】以上のように本発明は、主吸気ポートと混合気供給部の双方が共通の燃焼室に開口する装置において、上記混合気供給部から混合気が供給される運転領域に含まれる特定領域では、他の領域と比べ上記排気弁の開弁期間が上記開閉弁の開弁期間と重複しない範囲内で上記排気弁の開弁期間と上記吸気弁の開弁期間との重複期間を拡大して内部EGRを実行し、さらに、上記主吸気ポートへ排気ガスを還流させて外部EGRを行うようにしたものであるので、上記混合気供給部に排気ガスが還流されるだけの従来装置に比べ、上記特定領域において上記内部EGR及び外部EGRの双方によりNOx発生を大幅に抑えることができる。しかも、この特定領域では、上記混合気供給部からの混合気供給により燃焼室内を成層化するとともに上記内部EGRの際に燃焼室内に戻される燃焼ガスの熱で上記混合気の気化及び霧化を促進でき、さらに、上記燃焼室内に戻された燃焼ガス中のHC成分をこの燃焼室内で再燃焼できるため、EGR量の増加にもかかわらず、HCの発生による排気ガスエミッションの悪化を抑えることができる。

【0058】ここで、請求項2記載の装置では、上記特定領域を低負荷領域としているので、この低負荷領域で十分なNOx抑制作用及びポンピングロスの低減作用を確保する一方、上記特定領域以外の領域である高負荷領域では、上記内部EGR及び外部EGRを抑えることにより、この高負荷領域で要求される高出力を確保することができる効果がある。

【0059】さらに、請求項3記載の装置では、上記特定領域においても、エンジン負荷が増大するにつれて外部EGR量を抑えるようにしているので、実際の運転状態により適したエンジン出力を確保することができる効果がある。

【0060】請求項4記載の装置では、上記混合気供給部内の空間を閉鎖空間とするとともに、上記の開弁期間（すなわち第1の開弁期間）に加えて第2の開弁期間（開閉弁の開弁時期が排気弁の開弁時期よりも早い期間）で開閉弁を開き、この第2の開弁期間で上記燃焼室内の高圧燃焼ガスをさらに混合気供給部内に押し込んで混合気供給部内をさらに昇圧することにより、開閉弁開弁時の混合気供給部内と燃焼室内との間に大きな圧力差を確保するようにしているので、このような圧力差を利

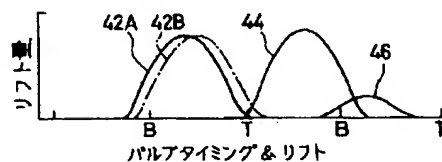
用することにより、特別なエア加圧手段を用いることなく混合気供給を良好に行うことができ、上記エア加圧手段の省略によって装置の構造の簡略化及びエンジン負荷の軽減を果たすことができる。また、上記混合気供給部内への燃焼ガスの導入自体は、混合気の燃焼性を低下させる要因になるものの、上記のような低負荷領域では、上記燃焼ガスの導入による圧力差の増大と、燃焼ガスの高熱による混合気供給部内の混合気の気化霧化の促進とにより、燃焼性を却って向上させることができる。

【0061】さらに、請求項5記載の装置では、上記特定領域すなわち低負荷領域では、他の領域に比べて上記排気弁の開弁時期だけでなく開弁時期も遅らせるようにしているので、この開弁時期の遅延によって、排気弁の開弁期間と上記第2の開弁期間との重複期間を縮小して混合気供給部内の高い圧力を維持することができる一方、上記特定領域以外の領域、特に燃焼ガスを混合気供給部内に導入しなくても十分な混合気供給部内圧を確保できる高負荷運転領域等では、上記特定領域よりも排気弁の開弁時期を早めて上記重複期間を拡大し、この重複期間において燃焼ガスを排気ポート側へ積極的に逃がすことにより、上記混合気供給部内への余分な燃焼ガスの導入を防ぎ、良好な燃焼性を確保するとともに、混合気供給部内が過剰に昇圧して燃料噴射に悪影響を及ぼすのも防ぐことができる効果がある。

【0062】請求項6記載の装置では、上記排気還流手段による排気還流量の最高値を、この排気還流量の増大に伴って主吸気ポートからの新気導入量が減少し始める限界還流量とほぼ等しい量に設定しているため、エンジン出力に悪影響を与えない範囲内で最大限のNOx低減効果を得ることができる。

【0063】請求項7記載の装置では、上記吸気弁の開弁時期をピストン上死点と同時にしくはこれよりも遅らせて、排気弁の開弁期間と吸気弁の開弁期間との重複期間を上記ピストン上死点以降の期間すなわち必ずピストンが下降している期間に設定しているため、排気ポートから排出された燃焼ガスを上記ピストン下降による負圧でより確実に燃焼室内に引き戻すことができ、これによってさらに多くの内部EGR量を得ることができる効果がある。

【図2】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例におけるエンジンの全体構成図である。

【図2】上記エンジンにおいて設定される各弁の開弁タイミングを示すグラフである。

【図3】上記エンジンにおけるエンジン回転数及び軸トルクに対応するEGR制御内容を示すグラフである。

【図4】上記エンジンにおけるスロットル弁開度に対応するEGR弁開度制御及びVVTのオンオフ制御の内容を示すグラフである。

【図5】上記エンジンにおける吸気負圧と吸気流速との関係を示すグラフである。

【図6】上記エンジンにおけるエンジン回転数及び軸トルクに対応する燃料噴射制御の内容を示すグラフである。

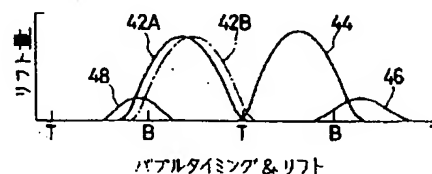
【図7】本発明の第2実施例におけるエンジンの全体構成図である。

【図8】本発明の第3実施例において設定される各弁の開弁タイミングを示すグラフである。

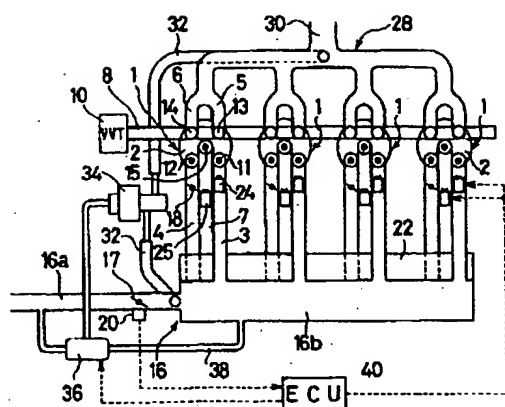
【符号の説明】

- 1 シリンダ
- 2 燃焼室
- 3 第1サイドポート (主吸気ポート)
- 4 第2サイドポート (主吸気ポート)
- 5, 6 排気ポート
- 7 センターポート (混合気供給部を構成)
- 10 VVT (時期可変手段)
- 11, 12 吸気弁
- 13, 14 排気弁
- 16 吸気管
- 17 スロットル弁
- 20 スロットルセンサ
- 22 サージタンク (混合気供給部を構成)
- 25 センターインジェクタ
- 28 排気マニホールド
- 32 EGR通路 (排気還流手段を構成)
- 34 EGR弁 (排気還流手段を構成)
- 40 ECU (時期制御手段及び排気還流制御手段)

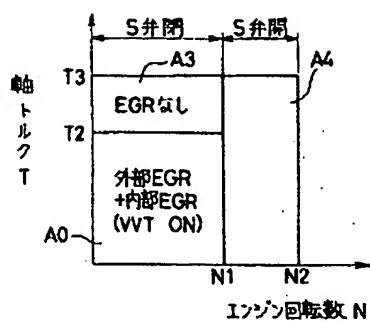
【図8】



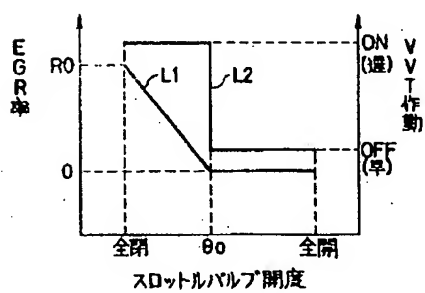
【図 1】



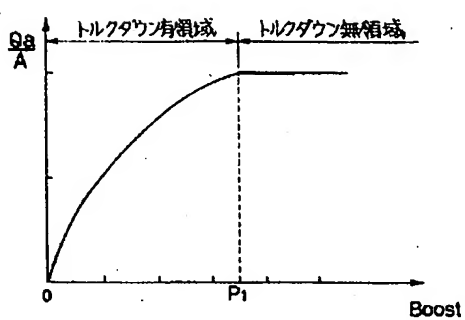
【図 3】



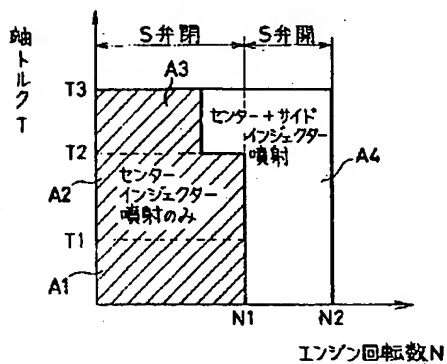
【図 4】



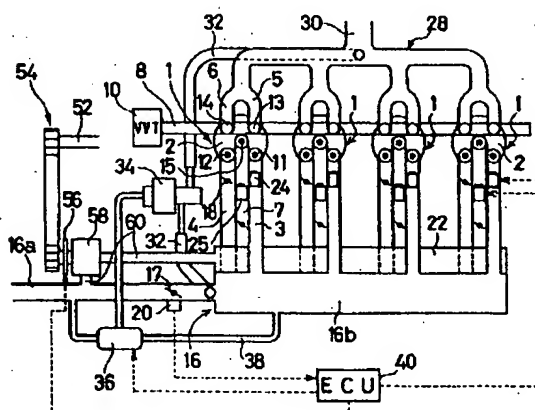
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/34		C 9247-3G		
43/00	3 0 1	T		
		Z		
		N		

(72) 発明者 田中 達也
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
株式会社内